

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotekehitys

2014

Henri Saari

# KANTAVIEN TERÄSRAKENTEIDEN CE-MERKINTÄ

– Yrityksen sisäinen laadunvalvontajärjestelmä



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Henri Saari

## KANTAVIEN TERÄSRAKENTEIDEN CE-MERKINTÄ

Euroopan parlamentin ja komission hyväksymä rakennustuoteasetus No 305/2011 astui voimaan vuonna 1.7.2013. Asetus edellyttää CE-merkintää rakennustuotteisiin, joille on olemassa harmonisoitu tuotestandardi. Kantaville teräsrakenteille on olemassa harmonisoitu tuotestandardi, jonka siirtymäaika päättyy 1.7.2014. Oikeus kiinnittää CE-merkki edellyttää valmistajalta sisäistä laadunvalvontajärjestelmää.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Kotekman Oy:lle standardin EN 1090-1 vaatimusten mukainen laadunvalvontajärjestelmä, joka tuli ajankohtaiseksi kantaville teräsrakenteille olemassa olevan harmonisoidun tuotestandardin siirtymäajan päättymisen vuoksi. Standardi EN 1090-1 esittää vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviointiin ja standardi EN 1090-2 teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset.

Opinnäytetyön teoriaosassa käsitellään kantavien teräsrakenteiden CE-merkintää ja standardiperhe EN 1090:n asettamia vaatimuksia teräsrakenteiden valmistukselle. Käytännön osa käsittelee laadunvalvontajärjestelmän toteutusta Kotekman Oy:ssä.

Opinnäytetyön tuotoksena syntyi ensimmäinen versio yrityksen FPC-manuaalista, jossa on kuvattu yrityksen laadunvalvontajärjestelmä. Laadunvalvontajärjestelmä voidaan sertifioida tulevaisuudessa, kunhan henkilöstön pätevyinti on saatettu loppuun ja laadunvalvontajärjestelmässä kuvattu toiminnan taso saavutettu kokonaisuudessaan.

### ASIASANAT:

standardi, CE-merkintä, laadunvalvonta, teräsrakenteet

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering | Product Development

Completion year of the thesis 2014 | Total number of pages 34

Instructor Matti Heinäkari

Henri Saari

## CE MARKING OF LOAD-BEARING STEEL STRUCTURES

The European Parliament and Commission approved a regulation for construction products No 305/2011, which came into force on 1 July 2013. The regulation requires a CE marking for all construction products which have a harmonized product standard. There is a harmonized product standard for load-bearing steel structures and the transition period will end on 1 July 2014. The right to attach a CE mark requires an internal quality control system.

The goal of this thesis was to create a quality management system for Kotekman Oy which should meet the requirements of the standard EN 1090-1. The standard EN 1090-1 presents the requirements for conformity assessment of structural components and the EN 1090-2 the technical requirements for steel structures.

This thesis presents the CE marking of load-bearing steel structures and the requirements for execution. The practical part of this thesis explains how the requirements will be managed in Kotekman Oy.

As a result of this thesis Kotekman Oy received a first version of their FPC manual. The company can certify their quality control system after the personnel qualification is finished and all working methods are in the level as described in the manual.

### KEYWORDS:

standard, CE marking, quality control, steel structures

# SISÄLTÖ

<b>TERMIT JA LYHENTEET</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2 KANTAVAT TERÄSRAKENTEET</b>	<b>9</b>
2.1 Toteutusluokat	9
2.2 Laadunvalvonta	11
2.3 CE-merkintä	11
<b>3 VAATIMUKSET TEHTAAN SISÄISELLE LAADUNVALVONNALLE</b>	<b>16</b>
3.1 Henkilöstö	16
3.2 Raaka-aineet, tuotteet ja palvelut	17
3.3 Laitteet	18
3.4 Valmistus	18
3.4.1 Esivalmistus	18
3.4.2 Hitsaus	19
3.4.3 Mekaaninen kiinnittäminen	22
3.4.4 Pintakäsittely ja korroosionesto	23
3.5 Asentaminen	24
3.6 Tarkastukset ja arviointi	25
3.7 Dokumentointi	28
<b>4 LAADUNVALVONTAJÄRJESTELMÄN TOTEUTUS</b>	<b>29</b>
<b>5 YHTEENVETO</b>	<b>33</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>34</b>

## TAULUKOT

Taulukko 1. Teräsrakenteiden käyttöluokat.	10
Taulukko 2. Teräsrakenteiden tuotantoluokat.	10

Taulukko 3. Taulukko toteutusluokan valintaan.	10
Taulukko 4. Hitsauskoordinaattorin tietämystasovaatimukset seostamattomille rakenneteräksille.	20
Taulukko 5. Hitsauskoordinaattorin tietämystasovaatimukset ruostumattomille teräksille.	20
Taulukko 6. Hitsaus ja pintavirheille vaadittava esikäsittelyaste.	23
Taulukko 7. Kokoonpanon vaatimustenmukaisuuden valvonta.	25
Taulukko 8. Muun kuin silmämääräisen NDT-tarkastelun laajuus Toteutusluokissa EXC2-EXC4.	27

## TERMIT JA LYHENTEET

AVCP	Assessment and verification of constancy of performance, eli suoritustason pysyvyyden arviointi ja varmentaminen
CC	Consequence class, eli seuraamusluokka
EN	Eurooppalainen standardi
EXC	Execution class, eli toteutusluokka
FPC	Factory Production Control, eli tehtaan sisäinen laadunvalvonta
ISO	International Standardization Organization
NDT	Non-destructive testing, eli rikkomaton aineenkoetus
PC	Production category, eli tuotantoluokka
SC	Service category, eli käyttöluokka
SFS	Suomen standardisoimisliitto
WPS	Welding Procedure Specification, eli hitsausohje
111	Puikkohitsaus
135	MAG-hitsaus
Asetus	Lakia täsmentävä tai täydentävä säädös.
CE-merkintä	Eurooppalainen tuotteiden hyväksymismenettely vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi.
Direktiivi	Euroopan unionin jäsenvaltioille tarkoitettu lainsäädäntöohje.

Ilmoitettu laitos	Harmonisoidussa tuotestandardissa määritettyjä varmennus-, tarkastus- ja testaustoimenpiteitä suorittava laitos.
Kokoonpanoeritelmä	Asiakirjat, jotka sisältävät kokoonpanon valmistukseen tarvittavat tiedot.
Toteutuseritelmä	Asiakirjat, jotka sisältävät kokoonpanon valmistukseen ja asennukseen tarvittavat tiedot.
Toteutusluokka	Määrittää teräsrakenteen toteutusta koskevat vaatimukset.

# 1 JOHDANTO

Euroopan parlamentin ja neuvoston rakennustuoteasetus No 305/2011 astui voimaan 9.3.2011. Asetus edellyttää rakennustuotteiden CE-merkintää. Asetus koskee kaikkia rakennustuotteita, joille on olemassa harmonisoitu tuotestandardi. Kantavien teräsrakenteiden osalta CE-merkintä tulee pakolliseksi 1.7.2014, jolloin harmonisoidun tuotestandardin siirtymäaika päättyy.

Standardissa SFS-EN 1090-1 esitetään vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviointiin ja standardissa SFS-EN 1090-2 teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset.

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää ja laatia kirjallinen kuvaus yrityksen laadunvalvontajärjestelmästä, jota teräsrakenteiden valmistajilta edellytetään. Apuväline laadunvalvontajärjestelmän kehittämiseksi saadaan Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys METSTA ry:n sivustolta. Sivustolta on ladattavissa aineistopaketti, joka sisältää rungon ja ohjeistuksen sisäisen laadunvalvonnan käsikirjan, FPC-manuaalin laatimiselle. Tietoa aiheesta haetaan METSTA:n tarjoamasta aineistopaketista, aiheeseen liittyvistä artikkeleista, standardista SFS EN-1090 ja siihen liittyvistä viitestandardeista.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Kotekman Oy. Yritys on vuonna 1987 perustettu koneasennusyritys, jonka toimiala kattaa kone- ja laiteasennukset, teräsrakennetyöt, teollisuusputkistot, asennusmittaukset sekä konepurku- ja siirtotyöt. Yrityksellä ei ollut aiempaa käytössä olevaa laatujärjestelmää.



## 2 KANTAVAT TERÄSRAKENTEET

CE-merkinnän piiriin teräsrakenteissa kuuluvat mm. talonrakentamisen teräsrakenteet, sillat, kulkusillat, kaiteet, portaat, tornit, mastot, säiliöt, nosturiradat ja konepedit (Teknologiateollisuus 2014). CE-merkin kiinnittämisoikeus edellyttää ilmoitetun laitoksen myöntämää varmennustodistusta. Varmennustodistuksen saamiseksi, on yrityksen toiminnan täytettävä standardin SFS-EN 1090-1 asettamat vaatimukset (Teknologiateollisuus 2012, 4).

### 2.1 Toteutusluokat

Teräsrakenteiden toteutus tulee tapahtua määritetyn toteutusluokan mukaisesti. Teräsrakenteen toteutusluokka määritellään suunnitteluvaiheessa, ja se voi koskea koko rakennetta, rakenteen osaa tai tiettyjä yksityiskohtia. Toteutusluokkia ovat EXC1, EXC2, EXC3 ja EXC4, joista EXC4 on vaativin. (SFS-EN 1090-2, 23.) Toteutusluokka asettaa vaatimukset tuotteen valmistamiselle. Vaatimukset liittyvät pääosin valmistusmenetelmiin, niiden tarkkuusvaatimuksiin, tarkastuslaajuuteen, pätevyysiin ja dokumentointiin. (SFS-EN 1090-2, 98-101.)

Rakenteen tai sen osan toteutusluokka määräytyy tuotantoluokkien PC1 ja PC2, käyttöluokkien SC1 ja SC2 mukaisesti sekä seuraamusluokkien CC1, CC2 ja CC3 mukaan (SFS-EN 1090-2, 104). Seuraamusluokilla kuvataan rakenteen vian tai vaurion seuraamuksia. Seuraamusluokalla CC1 viitataan pieniin tai vähäisiin seuraamuksiin, luokalla CC2 keskisuuriin ja luokalla CC3 suuriin (SFS-EN 1990, 136).

Taulukko 1. Teräsrakenteiden käyttöluokat (SFS-EN 1090-2, 103).

Luokat	Kriteerit
<b>SC1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan pääosin vain staattisille kuormituksille (Esimerkki: Rakennukset)</li> <li>– Rakenteet ja kokoonpanot ja niiden kiinnitykset, jotka suunnitellaan seismisille vaikutuksille matalan seismisen aktiviteetin perusteella ja luokassa DCL*</li> <li>– Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan nostureista aiheutuville väsytytkuormille (luokka S<sub>0</sub>)**</li> </ul>
<b>SC2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan standardin EN 1993 mukaisille väsytytkuormille. (Esimerkkejä: Maantie- ja rautatiesillat, nosturit (luokat S<sub>1</sub>...S<sub>9</sub>)**, rakenteet, jotka ovat alttiina tuulesta, väkijoukosta tai pyörivästä laitteesta aiheutuville värähtelyille</li> <li>– Rakenteet ja kokoonpanot ja niiden kiinnitykset, jotka suunnitellaan seismisille vaikutuksille keskimääräisen tai korkean seismisen aktiviteetin perusteella ja luokissa DCM* ja DCH*</li> </ul>
* DCL, DCM, DCH: standardin EN 1998-1 mukaisia sitkeysluokkia.	
** Ks. nostureista aiheutuvien väsytytkuormitusten luokittelu standardeista EN 1991-3 ja EN 13001-1.	

Taulukko 2. Teräsrakenteiden tuotantoluokat (SFS-EN 1090-2, 103).

Luokat	Kriteerit
<b>PC1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Terästuotteista valmistetut kokoonpanot, joissa ei ole hitsejä</li> <li>– Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on alempi kuin S355</li> </ul>
<b>PC2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on S355 tai enemmän</li> <li>– Rakenteellisen toimivuuden kannalta tärkeät kokoonpanot, jotka kootaan hitsaamalla työmaalla</li> <li>– Kokoonpanot, jotka valmistetaan kuumamuovaamalla tai joita lämpökäsitellään valmistuksen aikana</li> <li>– Pyöreistä rakenneputkista valmistetut ristikkokokoonpanot, joissa putkien päitä joudutaan leikkaamaan erityiseen muotoon.</li> </ul>

Taulukko 3. Taulukko toteutusluokan valintaan (SFS-EN 1090-2, 104).

Seuraamusluokat		CC1		CC2		CC3	
Käyttöluokat		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Tuotantoluokat	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 <sup>a</sup>	EXC3 <sup>a</sup>
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 <sup>a</sup>	EXC4
<sup>a</sup> Toteutusluokkaa EXC4 käytetään kansallisten sääntöjen edellyttämällä tavalla erityisrakenteille tai rakenteille, joiden vaurio voi aiheuttaa äärimmäisiä seuraamuksia.							

## 2.2 Laadunvalvonta

Standardin SFS-EN 1090-1:n mukaan teräsrakenteet kuuluvat vaatimustenmukaisuusluokkaan AVCP 2+ (SFS-EN 1090-1, 52). Vaatimustenmukaisuusluokilla määritellään valmistajan sekä ilmoitetun laitoksen tehtävät tuotteen vaatimustenmukaisuuden varmistamiseksi. Luokan 2+ mukaan valmistajan tehtäviä ovat alkutestaus, sisäinen laadunvalvonta, näytteiden otto ja testaus. Ilmoitettu laitos huolehtii tuotantolaitoksen ja sen sisäisen laadunvalvonnan alkutarkastuksesta sekä suoritustason pysyvyydestä määrävälein tehtävillä tarkastuksilla. (SFS-EN 1090-1, 52.)

Valmistaja voi ryhmitellä valmistettavat tuotteet tuoteperheisiin, edellyttäen että tuotteiden ominaisuudet ovat yhtenäisiä keskenään. Alkutestaus suoritetaan tuoteperhekohtaisesti. Hitsattujen teräskokoonpanojen perhe voidaan määrittää perusaineen ja käytetyn hitsausprosessin perusteella. Pienemmän lujuuden ja paremman hitsattavuuden omaavat materiaalit voidaan sisällyttää samaan tuoteperheeseen. (SFS-EN 1090-1, s. 26.) Tehtaan sisäiselle laadunvalvonnalle asetetut vaatimukset ja sen toteutus käsitellään luvussa 3.

Ilmoitetun laitoksen suorittama alkutarkastus koostuu yrityksen laadunvalvonnan kirjallisen kuvauksen, eli FPC-manuaalin tarkastuksesta ja tarkastuskäynnistä tuotantolaitoksessa. Tarkastuskäynnillä varmistetaan laadunhallinnan toteutuminen manuaalin mukaisesti. (SFS 2014.)

## 2.3 CE-merkintä

CE-merkinnällä valmistaja ilmoittaa, että tuote täyttää sitä koskevien direktiivien vaatimukset. Merkintä on pakollinen, mikäli sitä koskeva direktiivi niin vaatii. Rakennustuotteiden CE-merkintä poikkeaa muiden tuotteiden merkinnästä, sillä se ei automaattisesti takaa määräysten täyttymistä aiotussa käyttökohteessa. Käyttäjän tehtävänä on tarkastaa, että tuote täyttää viranomaisten asettamat

vaatimukset käyttökohteessa, jotka tuotteen valmistaja on ilmoittanut CE-merkintätiedoissa.

Oikeus CE-merkin kiinnittämiseen edellyttää valmistajalle myönnettävää todistusta, jonka myöntää ilmoitettu laitos. Todistuksen saamiseksi on tuotteen ja toteutusprosessin täytettävä standardissa SFS-EN 1090-1 ja sen viitestandardeissa esitetyt vaatimukset. (SFS 2014.) Suoritustasoilmoitus on myös edellytyksenä CE-merkin kiinnittämiseksi ja se laaditaan harmonisoidun tuotestandardin perusteella. Suoritustasoilmoituksella valmistaja ilmoittaa tuotteen ominaisuudet ja arvot, joita tarvitaan viranomaissäädösten täyttämiseen. (Ympäristöministeriö 2014.)

CE-merkin kiinnittämisestä vastaa valmistaja. Merkin on oltava direktiivin 93/68/EC mukainen ja se kiinnitetään teräskokoonpanoon, ei rakenteeseen. CE-merkinnän on oltava kokoonpanossa, mukana olevassa etiketissä, pakkauksessa tai kaupallisissa asiakirjoissa.

CE-merkinnän yhteyteen on lisättävä seuraavat tiedot:

- tehtaan sisäisen laadunvalvonnan varmentamiselimen tunnusnumero
- valmistajan nimi tai tunnusmerkki ja rekisteröity osoite
- merkinnän kiinnittämivuoden kaksi viimeistä numeroa
- EY:n tehtaan sisäisen laadunvalvontatodistuksen numero
- viittaus standardiin
- kokoonpanojen kuvaus; yleisnimi, materiaalit, mitat ja suunniteltu käyttötarkoitus
- tuoteominaisuudet, jotka määräytyvät ilmoitusmenetelmän perusteella.
- ”No performance determined” (NPD eli ominaisuutta ei ole määritetty) kyseeseen tuleville ominaisuuksille
- kokoonpanon toteutusluokka viitaten joko standardiin EN 1090-2 tai EN 1090-3
- viittaus kokoonpanoeritelmiin. (SFS-EN 1090-1, 54.)

CE-merkinnän yhteydessä ilmoitettavat tuoteominaisuudet ovat riippuvaisia ilmoitusmenetelmästä.

Ilmoitusmenetelmä 1: Tuotteen valmistus tapahtuu valmistajan laatiman kokoonpanoeritelmän mukaisesti ja ilmoittaa tuoteominaisuudet materiaaliominaisuuksien ja geometrysten tietojen perusteella:

- mittojen ja muodon toleranssit
- hitsattavuus
- rakenteellisten terästuotteiden murtumissitkeys
- palokäyttäytyminen
- kadmiumin ja sen yhdisteiden päästöt
- radioaktiivinen säteily
- säilyvyys
- toteutusluokka
- viittaus kokoonpanoeritelmaan.

Ilmoitusmenetelmä 2: Tuotteen valmistus tapahtuu valmistajan laatiman kokoonpanoeritelmän mukaisesti ja rakenteellinen suunnittelu toteutetaan Eurokoodien mukaisesti. Tuoteominaisuudet ilmoitetaan lujuusarvojen perusteella:

- mittojen ja muodon toleranssit
- hitsattavuus
- rakenteellisten terästuotteiden murtumissitkeys
- palokäyttäytyminen
- kadmiumin ja sen yhdisteiden päästöt
- radioaktiivinen säteily – ilmoitetaan ”NPD”
- säilyvyys – ilmoitetaan kokoonpanoeritelmän mukaisesti.
- rakenteelliset ominaisuudet
- kantavuus
- muodonmuutos käyttörajatilassa
- väsymislujuus
- palonkestävyys.

Lisäksi on viitattava mitoituskaskelmiin, käytettäviin eurokoodeihin liittyviin kansallisiin parametreihin, kokoonpanoeritelämään ja kyseeseen tulevaan standardin EN 1090 osaan sisältäen käytetyn toteutusluokan.

Ilmoitusmenetelmä 3a: Tuotteen valmistus tapahtuu jonkun muun kuin valmistajan tekemän kokoonpanoeritelämän mukaisesti:

- mittojen ja muodon toleranssit
- hitsattavuus
- rakenteellisten terästuotteiden murtumissitkeys
- palokäyttäytyminen
- kadmiumin ja sen yhdisteiden päästöt
- radioaktiivinen säteily
- rakenteelliset ominaisuudet
  - viittaus toisten suorittamaan suunnitteluun
  - viittaus kokoonpanoeritelämään ja kyseeseen tulevaan standardin EN 1090 osaan sisältäen käytetyn toteutusluokan.

Ilmoitusmenetelmä 3b: Tuotteen valmistus tapahtuu valmistajan laatiman kokoonpanoeritelämän mukaisesti ja rakenteellinen suunnittelu toteutetaan ostajan esittämän käyttöönottoaan suunnittelusäädösten mukaisesti. Tuoteominaisuudet ilmoitetaan lujuusarvojen perusteella:

- mittojen ja muodon toleranssit)
- hitsattavuus
- rakenteellisten terästuotteiden murtumissitkeys
- palokäyttäytyminen
- kadmiumin ja sen yhdisteiden päästöt – ilmoitetaan ”NPD”
- radioaktiivinen säteily – ilmoitetaan ”NPD”
- säilyvyys
- Rakenteelliset ominaisuudet
  - suunnitteluseloste, standardit ja muut suunnittelueritelmat
  - kantavuus

- muodonmuutos käyttörajatilassa
- väsymislujuus
- palonkestävyys
- viittaus mitoituslaskelmiin

Viittaus kokoonpanoeritelämään ja kyseeseen tulevaan standardin EN 1090 osaan sisältäen käytetyn toteutusluokan. (Teknologia teollisuus 2013, 23-29.)

### **3 VAATIMUKSET TEHTAAN SISÄISELLE LAADUNVALVONNALLE**

Yrityksen tulee luoda standardin SFS-EN 1090:n mukainen laadunvalvontajärjestelmä. Järjestelmän tarkoituksena on varmistaa, että valmistettavat tuotteet ovat niille asetettujen vaatimusten mukaisia. Vaatimukset täyttävän laadunvalvontajärjestelmän ei tarvitse olla ISO 9001- standardin mukainen (SFS-EN 1090-1, 32). Laadunvalvontajärjestelmästä käytetään lyhennettä FPC, joka tulee sanoista factory production control. Vaatimukset täyttävän laadunvalvontajärjestelmän tulee sisältää kirjallisia menettelytapoja, säännöllisiä tarkastuksia ja testauksia/arviointeja, joiden perusteella valvotaan rakenteissa käytettäviä tuotteita, välineitä, tuotantoprosesseja ja valmistettua kokoonpanoa. (SFS-EN 1090-1, 30.)

#### **3.1 Henkilöstö**

Standardi SFS-EN 1090-1 edellyttää, että valmistettavien tuotteiden vaatimustenmukaisuuteen vaikuttavien henkilöiden vastuut, valtuudet ja käskyvaltasuhteet tulee määrittää. laadunvalvontajärjestelmän on myös kuvattava toimenpiteet, joilla varmistetaan henkilöstöllä olevan riittävä koulutus ja pätevyudet. (SFS EN-1090-1, 32.)



### 3.2 Raaka-aineet, tuotteet ja palvelut

Teräsrakenteiden valmistuksessa tulee käyttää suunnittelijan toteutuseritelmässä määrittämiä tuotteita. Tuotteiden tulee olla EN 1090-2-standardissa esitettyjen eurooppalaisten standardien mukaisia. Mikäli käytetään muita tuotteita, on niiden ominaisuudet esitettävä toteutuseritelmässä. (SFS-EN 1090-2, 20)

Käytettävien metallituotteiden ominaisuudet tulee dokumentoida, mikä tarkoittaa käytännössä tuotteiden yhdistämistä ainestodistuksiin. (SFS-EN 1090-2, 21). Vaadittava ainestodistustyyppi määrittyy tuotteen mukaan. Rakenneteräksille ainestodistustyypit on määritetty standardissa EN 10025-1, teräsvaluille standardissa EN 10340 ja muille tuotteille standardissa EN 1090-2. Ainestodistustyypit on määritelty standardissa SFS-EN 10204. Eri ainestodistustyyppinä ovat laatuvarmistus (tyyppi 2.1), koetodistus (tyyppi 2.2) ja vastaanottotodistus (tyyppi 3.1 tai 3.2) (SFS-EN 10204, 11).

Osien ja tuotteiden on oltava tunnistettavissa myös varastoinnin ja tuotannon aikana, joten yrityksellä on oltava menetelmä tuotteiden ja osien tunnistamiseksi. Tunnistaminen voi perustua tuotteiden merkintään tai tunnistamiseen muotojen perusteella. Tarkemmat vaatimukset eri merkintämenetelmien käytölle on esitetty standardin SFS-EN 1090-2 kohdassa 6.2. (SFS-EN 1090-2, 30.) Valmiit kokoonpanot tulee olla yhdistettävissä ainestodistuksiin toteutusluokissa EXC3 ja 4 (SFS-EN 1090-2, 21).

Teräsrakenteiden valmistaja voi käyttää toteutuksessa apuna myös alihankintaa. Alihankkijalla on oltava oma standardin EN 1090-1 mukainen sertifioitu laadunvalvontajärjestelmä tai alihankkijan toiminta voidaan sisällyttää valmistajan laadunvalvontajärjestelmään. (Teknologiateollisuus 2013, 33.)

### 3.3 Laitteet

Yrityksellä on oltava saatavilla riittävä laitteisto teräsrakenteiden toteutukseen ja testaukseen. Valmistuksessa käytettävät koneet ja laitteet tulee tarkastaa ja huoltaa säännöllisesti, jottei laitteen kulumisen tai vaurioituminen aiheuta haittaa valmistukselle. Testaukseen ja vaatimustenmukaisuuden arviointiin käytettävät mittalaitteet tulee olla kalibroituja ja määrävälein tarkastettuja. Valmistajan on laadittava kirjalliset ohjeet huolloille, kalibroinneille ja tarkastuksille. Niiden suoritus on dokumentoitava ja säilytettävä laadunvalvontamenettelyissä määritetty aika. (SFS-EN 1090-1, 32)

### 3.4 Valmistus

#### 3.4.1 Esivalmistus

Tässä kappaleessa osien esivalmistuksella viitataan kokoonpantavien osien valmistusta leikkaamalla, rei'ittämällä ja muotoilemalla.

Osien leikkaus tulee suorittaa siten, että geometriset toleranssit, kovuuden ylärajat ja vapaiden reunojen tasaisuudet vastaavat standardissa EN 1090-2 esitettyjä vaatimuksia. Standardin mukaan hyväksytyjä leikkausmenetelmiä ovat: sahaaminen, mekaaninen leikkaus, laserleikkaus, vesisuihkuleikkaus ja polttoleikkaus. Polttoleikkaus on prosessi, jonka toimivuus tulee testata määrävälein valmistetuilla näytteillä. Leikattujen pintojen tulee täyttää standardissa EN ISO 9013 asetetut vaatimukset profiilisyvyyden keskiarvon sekä kohtisuoruuden tai kaltevuuden toleranssin suhteen. Tarkuusvaatimukset edellä mainituille muuttujille määräytyvät toteutusluokan mukaan. (SFS-EN 1090-2, 32-33.)

Reikien tekeminen voidaan toteuttaa poraamalla, lävistämällä, laser-, plasma-, tai muu polttoleikkaus, jolla saavutetaan samat pinnan laatuun liittyvät vaatimukset kuin leikkaukselle on asetettu. Yhteen kuuluvien reikien tulee toimia keskenään siten, että kiinnittimet voidaan asettaa suorassa kulmassa

pintoihin nähdet. Lävistetyt reiät tulee avartaa toteutusluokissa EXC3 ja 4. Reikien halkaisijoille on määritelty toleranssialueet. Reikien teossa käytettävän menetelmän toimivuus toleranssien määrittämien tarkkuuksien suhteen tulee tarkastaa määrävälein valmistamalla kahdeksan koekappaletta valmistettavia tuotteita edustavalta paksuus, lujuus ja reikien halkaisija-alueelta. Rakenteisiin tehtävien aukkojen sisäkulmat tulee pyöristää toteutusluokissa EXC2 ja EXC3 vähintään 5 mm ja toteutusluokassa EXC4 vähintään 10 mm pyöristyssäteellä. (SFS-EN 1090-2, 37-38.)

Muovaus voidaan toteuttaa kylmä- tai kuumamuovaamalla. Muovausprosessit tulee suorittaa tuotestandardin sekä teräksen valmistajan vaatimusten ja suositusten mukaisesti. Standardissa SFS-EN 1090-2 ei vaadita erillisiä määrävälein toteutettavia menetelmäkokeita muovauksen suhteen. Ainoastaan kuumalla oikaisua varten tulee valmistajan kehittää menettelytapa toteutusluokissa EXC3 ja EXC4. (SFS-EN 1090-2, 33-35.)

### 3.4.2 Hitsaus

Hitsaus tulee toteuttaa standardin EN ISO 14554 tai standardin EN ISO 3834 soveltuvaa osaa noudattaen. Standardin EN ISO 3834 sovellettava osa määräytyy toteutusluokan mukaan. Toteutusluokassa EXC1 tulee noudattaa edellä mainitun standardin osaa 4 (peruslaatuvaatimukset), toteutusluokassa EXC2 osaa 3 (vakiolaatuvaatimukset) ja toteutusluokissa EXC3 ja EXC4 osaa 2 (kattavat laatuvaatimukset). (SFS-EN 1090-2, 40.)

Hitsaus on prosessi, jossa hitsaajilla on oltava standardin EN 287-1 ja operaattoreilla standardin EN 1418 mukainen pätevyys toteutusluokasta riippumatta. (SFS-EN 1090-2, 100.) Toteutusluokissa EXC2-EXC4 yrityksellä tulee olla hitsauskoordinaattori, jonka teknisen tietämyksen taso tulee olla kuvien 4 ja 5 mukainen. Kuvissa kirjaintunnukset kuvastavat koordinaattorin perustietämystä (B), erityistietämystä (S) ja kattavaa tietämystä (C). (SFS-EN 1090-2, 44.) Standardissa EN ISO 14731 esitetään hitsauksen koordinoinnin tehtävät ja vastuut (SFS-EN ISO 14731, 1).

Taulukko 4. Hitsauskoordinaattorin tietämystasovaatimukset seostamattomille rakenneteräksille (SFS-EN 1090-2, 45).

EXC	Teräkset (teräsryhmä)	Viitestandardit	Ainepaksuus (mm)		
			$t \leq 25^a$	$25 < t \leq 50^b$	$t > 50$
EXC2	S235...S355 (1.1, 1.2, 1.4)	EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4 EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	B	S	C <sup>c</sup>
	S420...S700 (1.3, 2, 3)	EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6 EN 10149-2, EN 10149-3, EN 10210-1, EN 10219-1	S	C <sup>d</sup>	C
EXC3	S235...S355 (1.1, 1.2, 1.4)	EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4 EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	S	C	C
	S420...S700 (1.3, 2, 3)	EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6 EN 10149-2, EN 10149-3, EN 10210-1, EN 10219-1	C	C	C
EXC4	Kaikki	Kaikki	C	C	C

<sup>a</sup> Pilareiden pohjalevyille ja päätylevyille  $\leq 50$  mm.  
<sup>b</sup> Pilareiden pohjalevyille ja päätylevyille  $\leq 75$  mm.  
<sup>c</sup> Teräksille, joiden lujuusluokka on korkeintaan S275, taso S riittää.  
<sup>d</sup> Teräksille N, NL, M ja ML, taso S riittää.

Taulukko 5. Hitsauskoordinaattorin tietämystasovaatimukset ruostumattomille teräksille (SFS-EN 1090-2, 45).

EXC	Teräkset (teräsryhmä)	Viitestandardit	Ainepaksuus (mm)		
			$t \leq 25$	$25 < t \leq 50$	$t > 50$
EXC2	Austeniittiset (8)	EN 10088-2:2005, Taulukko 3 EN 10088-3:2005, Taulukko 4 EN 10296-2:2005, Taulukko 1 EN 10297-2:2005, Taulukko 2	B	S	C
	Austeniittis-ferriittiset (10)	EN 10088-2:2005, Taulukko 4 EN 10088-3:2005, Taulukko 5 EN 10296-2:2005, Taulukko 1 EN 10297-2:2005, Taulukko 3	S	C	C
EXC3	Austeniittiset (8)	EN 10088-2:2005, Taulukko 3 EN 10088-3:2005, Taulukko 4 EN 10296-2:2005, Taulukko 1 EN 10297-2:2005, Taulukko 2	S	C	C
	Austeniittis-ferriittiset (10)	EN 10088-2:2005, Taulukko 4 EN 10088-3:2005, Taulukko 5 EN 10296-2:2005, Taulukko 1 EN 10297-2:2005, Taulukko 3	C	C	C
EXC4	Kaikki	Kaikki	C	C	C

Toteutusluokissa EXC2-EXC4 hitsaustyö tulee suorittaa hyväksytyjen hitsausohjeiden (WPS) mukaisesti (SFS-EN 1090-2, 100). Hitsausohjeet voidaan hyväksyä viidellä eri menetelmällä, joita ovat:

- Menetelmäkoe EN ISO 15614-1
- Esituotannollinen koe EN ISO 15613
- Standardimenetelmä EN ISO 15612
- Aikaisempi kokemus EN ISO 15611
- Testatut lisäaineet EN ISO 15610

Toteutusluokassa EXC2 hitsausohjeet voidaan hyväksyä kaikilla viidellä menetelmällä tietyin ehdoin. Standardihitsausmenetelmällä hitsausohjeita voidaan hyväksyä vain käsin tai osittain mekanisoidussa hitsauksessa rakenneteräksille, joiden myötölujuuden vähimmäisarvo on enintään 355Mpa. Aikaisemmalla kokemuksella ja testatuilla lisäaineilla hitsausohjeita voidaan hyväksyä vain käsin tai osittain mekanisoidussa hitsauksessa rakenneteräksille, joiden myötölujuuden vähimmäisarvo on enintään 275Mpa. Toteutusluokissa EXC3 ja EXC4 ainoat sallitut hyväksymismenettelyt ovat menetelmäkoe ja esituotannollinen koe. (SFS-EN 1090-2, 42-43.)

Standardin EN ISO 3834 soveltuvat osat määrittävät tarkastus- ja testaustoimenpiteitä, joita valmistajan tulee suorittaa ennen hitsausta, sen aikana ja jälkeen (SFS-EN ISO 3834-3, 16-18, SFS-EN ISO 3834-2, 18-20). Hitsien hyväksymiskriteerit on esitetty standardissa EN ISO 5817. Standardissa esitetään raja-arvot eri hitsausvirheille kolmessa eri luokassa. Luokkia ovat D,C ja B, joista luokka B on vaativin (SFS-EN ISO 5817, 10). Vaadittu hitsiluokka määräytyy toteutusluokan mukaan.

- EXC1 hitsiluokka D
- EXC2 yleisesti hitsiluokka C, virhetypeille reunahaava, pintapalon valuma, sytytysjälki ja avoin imuontelo hitsiluokka D.
- EXC3 hitsiluokka B
- EXC4 hitsiluokka B, standardin SFS-EN 1090-2 esitämin lisävaatimuksin. (SFS-EN 1090-2, 51)

### 3.4.3 Mekaaninen kiinnittäminen

Standardissa SFS-EN 1090-2 esitetään vaatimukset rakenteissa käytetyille mekaanisille kiinnittimille, niiden käytölle ja niiden tarkastamiselle. Standardissa käsiteltyjä kiinnittimiä ovat: ruuvikokoonpanot, soviteruuvit, nitit, porautuvat ruuvit ja erityiskiinnittimet. Ruuviliitokset on jaettu esijännittämättömiin ja esijännitettyihin. (SFS-EN 1090-2, 54-64.) Esijännittämättömällä ruuviliitoksella tarkoitetaan liitosta, jotka kiristetään käsivaraisesti tai koneellisesti normaaleilla työkaluilla. Tämäntyyppisten ruuvien pääasiallinen käyttökohde on staattisen leikkausvoiman siirtäminen osasta toiseen tai osien kiinnittäminen paikoilleen ilman että ne välittävät laskennallisia voimia. Esijännitettyllä ruuviliitoksella tarkoitetaan liitosta, jonka kiristys toteutetaan kalibroidulla kiristysmenetelmällä, jotta ruuvin varteen syntyy määritetty esijännitysvoima. (Teräsrakenneyhdistys 1999, 2.) Esijännittämättömien ruuvien kiristämiseksi ei standardissa ole esitetty muita vaateita, kuin että kiinnitettävät kokoonpanot tulee liittää tiiviisti yhteen ja ruuvikokoonpano tulee saattaa vähintään tiukkaan kireyteen, joka voidaan katsoa toteutuvaksi, kun työntekijä käyttää tavanomaista ruuviavainta tai momenttiavain alkaa vasaroida. Esijännitettyjen ruuvien kiristysmenetelmiä on esitetty standardissa neljä:

- vääntömomenttimenetelmä
- yhdistetty menetelmä
- HRC- kiristysmenetelmä
- suoraan vedon ilmaisuun perustuva (DTI) menetelmä (SFS-EN 1090-2, 56-58.)

### 3.4.4 Pintakäsittely ja korroosionesto

Standardissa SFS-EN 1090-2 esitetään esikäsittelyasteet standardin EN ISO 8501-3 mukaisesti, joka käsittelee hitsien, leikkaussärmien ja muiden pintavirheellisten alueiden esikäsittelyä (SFS-EN 1090-2, 73; SFS-EN ISO 8501-1, 2). Nämä seikat tulee tavallisesti ottaa huomioon jo valmistusprosessin aikana (SFS-EN ISO 12944-4, 12). Standardin ISO 8501-3 mukaiset esikäsittelyasteet määritellään korroosioneston odotetun käyttöiän ja rasisitusluokan mukaan, joka on esitetty taulukossa 6. Ellei esikäsittelyastetta (ISO 8501-3) ole määritetty, tulee toteutusluokille EXC2-EXC4 noudattaa esikäsittelyastetta P1. (SFS-EN 1090-2, 73)

Taulukko 6. Hitsaus ja pintavirheille vaadittava esikäsittelyaste (SFS-EN 1090-2, 73).

Korroosioneston odotettu käyttöikä <sup>a</sup>	Rasisitusluokka <sup>b</sup>	Esikäsittelyaste
>15 vuotta	C1	P1
	C2 ...C3	P2
	Yli C3	P2 tai P3, kuten esitetty
5...15 vuotta	C1...C3	P1
	Yli C3	P2
< 5 vuotta	C1...C4	P1
	C5...Im	P2
<sup>a, b</sup> Korroosioneston odotetun käyttöiän ja rasisitusluokan osalta viitataan tapauskohtaisesti standardeihin EN ISO 12944 ja EN ISO 14713-1.		

Standardin SFS-EN 1090-2 velvoittavassa liitteessä F käsitellään teräsrakenteiden korroosionestoa (SFS-EN 1090-2, 164). Esitettyjä pinnoitusmenetelmiä ovat maalaus, metalliruiskutus ja kuumasinkitys (SFS-EN 1090-2, 167). Maalaus tulee suorittaa standardin EN ISO 12944-7 mukaisesti ja pinnan esikäsittely tulee toteuttaa standardien EN ISO 12944-4 ja EN ISO 8501 mukaisesti. Metalliruiskutus tulee toteuttaa standardin EN ISO 2063 mukaisesti ja pinnan esikäsittely käsittely samojen standardien mukaisesti kuin ennen

maalausta. Kuumasinkitys on toteutettava standardin EN ISO 1461 vaatimusten mukaisesti ja pintojen esikäsitteily standardien ISO 8501 ja EN ISO 1461 mukaisesti. (SFS-EN 1090-2, 165-167.)

### 3.5 Asentaminen

Työmaalla tapahtuvaa esivalmistusta, hitsausta, mekaanista kiinnittämistä ja pintakäsittelyä koskevat samat vaatimukset kuin tuotannon aikana. Standardissa SFS-EN 1090-2 on esitetty rakennusolosuhteisiin liittyviä teknisiä vaatimuksia, jotka tulee turvallisuussyistä ottaa huomioon ennen asentamista.

Asennustyöstä on laadittava asennusmenetelmänmukainen suunnitelma. Suunnitelmassa tulee ottaa huomioon rakennustöiden turvallisuutta koskevat vaatimukset ja määrittää asennusmenetelmät. Huomioon otettavat kohdat on kuvattu tarkemmin standardin SFS-EN 1090-2 kappaleessa 9.3. (SFS-EN 1090-2, 64-67.)



### 3.6 Tarkastukset ja arviointi

Teräsrakenteen toteuttajalla tulee olla määritettynä menettelytavat, joilla varmistetaan valmistettavien tuotteiden vaatimustenmukaisuus. Valvontaa tulee suorittaa taulukko 7. edellyttämällä tavalla. Mittojen ja muotojen toleranssien osalta voidaan näytteenotolle asetettua vaatimusta lieventää, mikäli kokoonpanot valmistetaan samalla tavalla tai, jos geometria ei ole oleellinen tekijä. (SFS-EN 1090-1, 34-36)

Taulukko 7. Kokoonpanon vaatimustenmukaisuuden valvonta (SFS-EN 1090-1, 36).

Ominaisuus	Arviointimenetelmä	Näytteenotto
Mittojen ja muodon toleranssit	Tarkastus ja testaus standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 mukaisesti	Jokainen kokoonpano
Hitsattavuus	Käytettäville tuotteille asetettujen vaatimusten tarkistus aineodistusten perusteella	Kaikkien valmistuksessa käytettävien tuotteiden dokumenttien tarkistus
Murtumissitkeys/haurasmurtumislujuus (vain teräskokoonpanoille) + Iskun kestävyys	Käytettäville tuotteille asetettujen vaatimusten tarkistus aineodistusten perusteella	Kaikkien valmistuksessa käytettävien tuotteiden dokumenttien tarkistus
Valmistuksessa käytettävien tuotteiden myötölujuus, suhteellisuusraja tai murtolujuus	Käytettäville tuotteille asetettujen vaatimusten tarkistus aineodistusten perusteella	Kaikkien valmistuksessa käytettävien tuotteiden dokumenttien tarkistus
[A1] Rakenteellisen suunnittelun perusteella määräytyvät rakenteelliset ominaisuudet (kantavuus, muodonmuutos käyttörajatilassa, väsymislujuus, palonkestävyys) <A1]	Tarkistetaan, että suunnittelu tehdään soveltuvan eurokoodin mukaisesti	Tarkistetaan, että valmistettuja kokoonpanoja koskevat laskelmat ovat asianmukaiset ja varmennetut
Valmistuksen perusteella määräytyvät rakenteelliset ominaisuudet	Tarkistetaan, että valmistus tehdään kokoonpanoeritelmän ja standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 mukaisesti	Tarkistus standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 tarkastusta koskevien vaatimusten ja kokoonpanoeritelmän mukaisesti
Säilyvyys	Tarkistetaan, että valmistus tehdään standardien EN 1090-2 ja EN 1090-3 mukaisesti	Tarkistus standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 tarkastusta koskevien vaatimusten mukaisesti

Teräsrakenteiden valmistuksessa käytettävät tuotteet ja kokoonpanot eivät vaadi konkreettista testausta tai tarkastusta, sillä ne ovat testattu jo toimittajan toimesta. Valmistajan tehtävä on kuitenkin todeta tuote vaatimustenmukaiseksi

mukana toimitettujen asiakirjojen perusteella. Mikäli asiakirjoihin ei sisälly toimittajan vakuutusta, että tuote täyttää vaatimukset, tulee tuotetta käsitellä ei-vaatimustenmukaisena. (SFS-EN 1090-2, 79-80.)

Kokoonpanojen geometriset mittauksissa käytetyt menetelmät ja laitteet tulee valita standardien ISO 7976-1 ja ISO 7976-2 mukaisesti. Kokoonpanoille on suoritettava aina mittauksia ja niiden kohdat ja taajuus tulee määrittää tarkastussuunnitelmassa. (SFS-EN 1090-2, 80.) Olennaiset geometriset toleranssit on esitetty standardin SFS-EN 1090-2 liitteessä D (SFS-EN 1090-2, 107).

Ennen hitsausta ja sen aikana tehtävien tarkastusten tulee noudattaa standardin EN ISO 3834 sovellettavaa osaa ja ne tulee esittää tarkastussuunnitelmassa. Kaikki valmiit hitsit tulee tarkastaa silmämääräisesti kauttaaltaan toteutusluokasta riippumatta. Silmämääräinen tarkastelu tulee tehdä ennen muuta NDT-tarkastelua noudattaen standardia EN 970. Muu NDT-tarkastelu tulee toteuttaa taulukon 8 mukaisesti. (SFS-EN 1090-2, 81-83.)

Taulukko 8. Muun kuin silmämääräisen NDT-tarkastelun laajuus Toteutusluokissa EXC2-EXC4 (SFS-EN 1090-2, 83).

Hitsin tyyppi	Konepaja- ja työmaahitsit		
	EXC2	EXC3	EXC4
Poikittaiset päittäishitsit ja osittain läpihitsatut päittäishitsit, joihin kohdistuu vetojännitys:  $U \geq 0,5$  $U < 0,5$	10 %  0 %	20 %  10 %	100 %  50 %
Poikittaiset päittäishitsit ja osittain läpihitsatut hitsit:  ristiliitoksissa  T-liitoksissa	10 %  5 %	20 %  10 %	100 %  50 %
Poikittaiset pienahitsit, joihin kohdistuu vetoa tai leikkausta:  Kun $a > 12 \text{ mm}$ tai $t > 20 \text{ mm}$  Kun $a \leq 12 \text{ mm}$ ja $t \leq 20 \text{ mm}$	5 %  0 %	10 %  5 %	20 %  10 %
[A1] Läpihitsatut pitkittäiset hitsit nosturin kannattajien uuman ja ylälaipan välissä:	10 %	20 %	100 %
Muut pitkittäiset hitsit ja jäykisteiden hitsit	0 %	5 %	10 % <[A1]
HUOM. 1 Kokoonpanon akselin suuntaiset hitsit katsotaan pitkittäisiksi. Kaikki muut katsotaan poikittaishitseiksi. HUOM. 2 $U$ = hitsien hyväksikäyttöaste kvasistaattisluontoisille kuormille. $U = E_y / R_y$ , missä $E_y$ on hitsin suurin kuormavaikutus ja $R_y$ on hitsin kestävyys murtorajatilassa. HUOM. 3 Suureet $a$ ja $t$ viittaavat pienahitsin $a$ mittaan ja liitettävien materiaalien enimmäispaksuuteen.			

Silmämääräisen tarkastuksen lisäksi NDT-menetelmiä ovat tunkeumanestetarkastus, magneettijauhetarkastus, ultraäänitarkastus ja radiografinen tarkastus. Menetelmien käyttöalueet on kuvattu niitä koskeissa standardeissa. Muuta kuin silmämääräistä NDT-tarkastelua ei yleensä saa suorittaa ennen kuin määritetty vähimmäisjäähdytysaika on kulunut. Vähimmäisjäähdytys aika riippuu materiaalista, hitsin koosta ja lämmöntuonnista. (SFS-EN 1090-2, 81-84.)

Esijännittämättömille ruuviliitoksille riittää pelkkä silmämääräinen tarkastus. Esijännitettyjen ruuviliitosten tarkastaminen riippuu kiristysmenetelmän käytöstä. Esijännitettyjen ruuviliitosten tarkastaminen käsitellään standardin SFS-EN 1090-2 kappaleessa 12.5.2 ja muiden mekaanisten kiinnittimien kappaleissa 12.5.3-12.5.5. (SFS-EN 1090-2, 85-89.)

Korroosioneston rutiinitarkastus sisältää pintojen esikäsittelyn puhtauden sekä karheuden tarkistuksen, pinnoitteen paksuuden mittaamisen korroosionestomenetelmälle soveltuvan standardin mukaisesti ja silmämääräisen tarkastuksen, että käsittely täyttää standardin EN ISO 12944-7 vaatimukset. Sinkityt kokoonpanot tulee myös tarkastaa sulametallihaurausvaaran vuoksi, ellei toisin ole määritetty. (SFS-EN 1090-2, 168.)

### 3.7 Dokumentointi

laadunvalvontaan liittyviä dokumentteja ovat mm. FPC-manuaali ja sen liitteet, toteutukseen liittyvä projektidokumentaatio, tarkastuspöytäkirjat ja suoritustasoilmoitus.

Standardit ja muut lainsäädännöt asettavat velvotteita eri dokumenttien säilytysajoille. Laadunvalvonnan edellyttämä dokumentaatio tulee säilyttää paperikansiossa tai tietojärjestelmässä rakennustuoteasetusten mukaisesti. Valmistajan tulee määrittää dokumenttien säilytys laadunvalvontajärjestelmässä ja on täten velvollinen noudattamaan niitä. (Teknoliateollisuus 2013, 24)

## 4 LAADUNVALVONTAJÄRJESTELMÄN TOTEUTUS

Yritykselle laadittu Laadunhallintajärjestelmä perustuu standardin SFS-EN 1090-1 ja siihen liittyvien viitestandardien asettamiin vaatimuksiin. Laadunvalvontajärjestelmä kuvattiin runkodokumentin ja liitteiden avulla, jotka ovat word- tai excel-tiedostomuodoissa.

Yrityksen toimihenkilöt olivat käyneet teräsrakenteiden CE-merkintään liittyen päivän mittaisen kurssin, joten tulevista vaatimuksista oli pääpiirteinen mielikuva. Yrityksen toimintaa päätettiin lähteä kehittämään toteutusluokka EXC2 asettamien vaatimusten mukaisesti. Yrityksen valmistamat teräsrakenteet olivat pääosin rakenneteräksistä (S235-S355) prosesseilla 111 ja 135 käsin hitsattuja kokoonpanoja. Tuoteperheet määräytyivät näiden perusteella.

Laadunvalvontajärjestelmän rakentaminen aloitettiin kuvaamalla yrityksen toimihenkilöiden tehtävät ja tuotteiden vaatimustenmukaisuuden kannalta välttämättömät laadunhallinnan vastuualueet. Yritykselle nimettiin myös laaturapäällikkö, jonka tehtäviin kuuluu mm. laaturajärjestelmän ylläpito, dokumentaatio, asiakirjojen hallinta ja sertifiointit. Muut laadunhallinnan vastuualueet määritettiin tämänhetkisten toimenkuvien perusteella. Tehtävät ja vastuualueet kuvattiin organisaatiokaavion ja vastuumatriisin avulla. Suorittavan henkilöstön osalta laadittiin lista, jossa on esitetty työntekijöiden pätevyudet, koulutukset ja osaamisen taso työvaiheittain.

Teräsrakenteen toteutuksesta laadittiin prosessikaavio tilauksesta aina valmiiseen kokoonpanoon. Jokaiselle prosessin vaiheelle laadittiin toimintaohje. Ohjeita laadittiin myös muille toiminnoille, jotka eivät suoranaisesti liity valmistusprosessiin, kuten mittalaitteiden tarkastukseen. Osa ohjeista on muistilista tyyppisiä ja osa vaiheittain opastavia. Ohjeen runko on kuitenkin kaikilla yhtenäinen:

- Laajuus
- Vastuut

- Periaatteet/prosessi
- Laadunvarmistus
- Dokumentointi

Toimintaohjeiden tarkoituksena on toimintojen vakiointi riippumatta työn suorittajasta sekä toimintojen saattaminen standardien vaatimalle tasolle.

Oleellisista tuotantolaitteista ja koneista laadittiin laiteluettelo. Yrityksellä oli jo laadittuna laitekohtaisia ohjeita, joissa oli otettu huomioon myös vaadittavia huoltotoimenpiteitä. Laitekohtaisia ohjeita kuitenkin päivitettiin. Laitteille laadittiin huolto-ohjelmat ja huoltojen suorittamiselle laadittiin pöytäkirjapohja. Myös mittavälineille laadittiin tarkastus- ja kalibrointiohjeet. Laadunvalvontajärjestelmän kehittämisen aikana yrityksen toimihenkilöt pohtivat myös levytyökoneiden kohtaloa, jotka ovat kohtalaisen iäkkäitä. On mahdollista että koneet tultaisiin uusimaan lähitulevaisuudessa.

Materiaalien osto ja alihankinta ovat toimenpiteitä, joiden suhteen yrityksen toiminnassa tulisi muutoksia. Yritykselle tyypillisiä alihankkijoilla toteutettuja työvaiheita ovat koneistukset ja pintakäsittelyt. Alihankkijoiden toimintaa ei sisällytetty yrityksen laadunvalvontajärjestelmään, joten jatkossa CE- merkinnän piiriin kuuluvien teräsrakenteiden toteutukseen osallistuvilla alihankkijoilla on oltava ilmoitetun laitoksen todistus vaatimustenmukaisuudesta. Koska toimittajien ja alihankkijoiden on kyettävä toimittamaan vaatimustenmukaisia tuotteita ja alihankkijoiden toimimaan standardin edellyttämällä tavalla, hyväksytyille toimittajille ja alihankkijoille laadittiin lista, jolla tulevaisuudessa voitaisiin helpottaa toimittajien ja alihankkijoiden valintaa. Ostettavista terästuotteista tulee myös tilauksen yhteydessä pyytää aineistodistukset ja ne tulee dokumentoida.

Yrityksellä ei ole suuria varastotiloja käytettäville terästuotteille, joten tuotteet on usein tilattu projektikohtaisesti. Hyllypaikkoja on vähän ja tuotteet menevät helposti sekaisin, joten tuotteiden tunnistamiselle oli kehitettävä joku muu menetelmä. Yrityksen johto jäi pohtimaan vaihtoehtoja ja mahdollisuuksia

varastotilojen laajentamiselle, mutta alustavaksi merkintämenetelmäksi tuli merkintäkynien käyttö.

Hitsaus oli yksittäisistä prosesseista suurimpia kehitystoimenpiteitä vaativa työvaihe. Yrityksellä ei ollut hitsauskoordinaattoria ja hitsaajien pätevyyksissäkin oli puutteita. Yrityksen johto päätti että koordinaattori ostettaisiin ainakin alkuun ulkopuolisena palveluna, mutta asiaa voitaisiin katsoa uudelleen kun koordinaattorin todellinen tarve selkenee. Hitsaajien pätevöinnille laadittiin ohje, joka helpottaisi tarvittavien pätevyysien kartoittamista. Yrityksellä ei myöskään ollut hyväksyttyjä hitsausohjeita, joten niiden hankinta tuli myös ajankohtaiseksi. Hitsausohjeiden hankinnan suhteen puntaroitiin eri vaihtoehtoja ja lopulta päädyttiin standardihitsausohjepaketin ostamiseen laitevalmistajalta, joka tuntui helpoimmalta ja edulliselta vaihtoehdolta. Yrityksellä oli jo ennestään laadukkaat hitsauskoneet, joita huollettiin määrävälein paikallisella jälleenmyyjällä. Laitteille laadittiin kuitenkin myös kirjalliset huolto-ohjeet, joissa on otettu huomioon päivittäiseen huoltoon liittyvät toimenpiteet. Muita hitsaukseen liittyviä dokumentteja syntyi toimintaohjeiden muodossa, joita ovat hitsauksen esivalmistelu, hitsausaineiden käsittely ja varastointi, hitsauksen esitarkastus, hitsauksen aikainen seuranta, hitsauksen lopputarkastus sekä hitsien poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet. Hitsaussuunnitelman laatiminen määritettiin myös osaksi tuotannon suunnittelua.

Asennustöiden osalta tulee täyttää samat laatuvaatimukset kuin tuotantotiloissa toteutetun työn, joten erillistä toimintaohjetta ei laadittu työmaalla tapahtuvaa asennusta varten. Työmaiden olosuhteet, ympäristö ja yleiset käytännöt voivat kuitenkin poiketa oleellisesti normaalista tuotannosta. Nämä tulee ottaa huomioon asennussuunnitelmassa, jolle luotiin oma valmis pohja. Myös muiden dokumenttien luomista yksinkertaistettiin laatimalla valmiita pohjia. Näitä olivat mm: poikkeamaraportti- ja tarkastuspöytäkirjapohja.

Standardin EN 1090 asettamat vaatimukset tulevat kasvattamaan selvästi ennen toteutusta vaadittavien ja sen aikana syntyvien dokumenttien määrää yrityksessä. Dokumenttien säilytystä varten päätettiin luoda laatukansio, josta

löytyisi kaikki aihepiiriin liittyvät dokumentit. Laatukansioon määritettiin arkistoitavaksi ainakin seuraavat dokumentit:

- FPC-manuaali
- Toteutuseritelmät
- Hyväksytyt toimittajat ja alihankkijat
- Ainestodistukset
- Ohjeet
  - Hitsausohjeet
  - Hitsausohjeiden hyväksymispöytäkirjat
  - Toimintaohjeet
  - Laitekohtaiset työohjeet
- Huolto
  - Laiteluettelo
  - Huolto-ohjelmat
  - Huoltopöytäkirjat
  - Mittalaitteiden tarkastuspöytäkirjat
- Pätevyydet
  - Henkilöstön pätevyydet
  - Hitsaajien pätevyydet
  - Hitsauskoordinaattori
  - NDT-tarkastajat
- Katselmukset ja suunnitelmat
  - Asennussuunnitelmat
  - Tuotantos suunnitelmat
- Tarkastuspöytäkirjat
- Poikkeamaraportit



## 5 YHTEENVETO

Teräsrakenteiden CE-merkintä vaikuttaa oleellisesti niitä valmistavien yritysten toimintaan. Osalle pienyrittäjistä vaadittavat kehitystoimenpiteet ja vaatimusten lisäämä työmäärä voivat tulla liian kalliiksi, kun taas suuryrityksissä toiminnan vakiointi voi olla haastavaa. Todellista näyttöä ei vielä ole siitä, kuinka laajasti standardi koskee tulevaisuudessa teräsrakentamista ja onko mahdollisia keinoja kiertää asetusta, kuten joidenkin muiden rakennustuotteiden osalta.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi ensimmäinen versio yrityksen FPC-manuaalista. EN 1090-1. standardin mukaiselle FPC-manuaalille ei ole olemassa valmista mallia, sillä sovituksen tulee olla aina yrityskohtainen. Tämän takia yrityksen olisi hyvä laatia aina manuaali itse. Asiantuntevien konsulttien käyttö voi olla suositeltavaa, jotta tarpeelliset asiat tulevat otetuksi huomioon. Myös Kotekman Oy harkitsi konsulttipalveluiden hyödyntämistä FPC-manuaalin sisällön tarkastuttamisessa.

Sertifiointivaiheessa yrityksen FPC-manuaali tarkastetaan kirjallisesti, ja sen hyväksynnän jälkeen ilmoitetun laitoksen edustaja tarkastaa käytännössä, että yrityksessä toimitaan kuvaksen mukaisesti. Yrityksen toiminta ei kuitenkaan ollut FPC-manuaalin kuvaamalla tasolla, sillä uusien ajattelu- ja toimintatapojen juurruttaminen työntekijöiden toimintaan vie oman aikansa. Myös henkilöstön pätevöinti oli kesken ja kaikkia vaadittavia hitsausohjeita ei ollut vielä saatavilla standardihitsausohjeina, joista kysyttiin tarjousta hitsauslaitevalmistajalta. Valmistajan mukaan tarvittavat ohjeet olisi saatavilla huhtikuun aikana.

Yritystä eniten työllistävät teollisuuteen liittyvät asennustyöt, mutta teräsrakenteet ovat myös oleellinen osa toimintaa. Sertifiointia ei nähty ainoastaan ylimääräistä työtä teettävänä seikkana, vaan myös mahdollisuutena laajentua teräsrakentamisessa. Laadunvalvontajärjestelmän uskottiin myös olevan hyvä osoitus yrityksen yleisestä toiminnan laadusta mahdollisille uusille asiakkaille.

## LÄHTEET

SFS-EN ISO 12944-4. Suomen standardisoimisliitto SFS 1998.

SFS-EN 10204. Suomen standardisoimisliitto SFS 2004.

SFS-EN ISO 3834-2. Suomen standardisoimisliitto SFS 2006.

SFS-EN ISO 3834-3. Suomen standardisoimisliitto SFS 2006.

SFS-EN ISO 5817. Suomen standardisoimisliitto SFS 2006.

SFS-EN ISO 14731. Suomen standardisoimisliitto SFS 2006.

SFS-EN ISO 8501-1. Suomen standardisoimisliitto SFS 2007.

SFS-EN 1990. Suomen standardisoimisliitto SFS 2009.

SFS-EN 1090-1. Suomen standardisoimisliitto SFS 2012.

SFS-EN 1090-2. Suomen standardisoimisliitto SFS 2012.

Suomen standardisoimisliitto SFS 2014. Teräskokoonpanojen CE-merkinnällä on kiire!. Viitattu 27.3.2014 [www.sfs.fi](http://www.sfs.fi) > Ajankohtaista > Uutiset.

Teknoliateollisuus 2012. Teräskokoonpanojen CE-merkintä. Helsinki: Teknoliateollisuus ry, Teräsrakenneyhdistys ry ja Metsta ry.

Teknoliateollisuus 2013. Sisäisen laadunvalvonnan käyttöönoton opas. Helsinki: Teknoliateollisuus ry.

Teknoliateollisuus 2014. Metallirakenteiden CE-merkintä. Viitattu 26.3.2014 [www.teknoliateollisuus.fi](http://www.teknoliateollisuus.fi) > Toimialat > Kone- ja metalliteollisuus > Tuotanto- ja palveluverkostot > Ajankohtaista.

Teräsrakenneyhdistys 1999. Teräsnormikortti N:o 9/1998. Helsinki: Teräsrakenneyhdistys ry.

Ympäristöministeriö 2014. CE-merkintä. Viitattu 27.3.2014 [www.ym.fi](http://www.ym.fi) > Maankäyttö ja rakentaminen > Rakentamisen ohjaus > Rakennustuotteiden tuotehyväksyntä.

